

p-ISSN: 2406-7489 e-ISSN: 2406-9337

JITRO (Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis)

September 2021, 8(3):254-260

Accredited by

Ministry of Research and Technology/NRIA

Strengthening No: 200/M/KPT/2020; December 23, 2020

DOI: 10.33772/jitro.v8i3.17153

<http://ojs.uho.ac.id/index.php/peternakan-tropis>

## Gambaran Efisiensi Emisi Metana Terhadap Produksi Susu Sapi Perah di Kabupaten Semarang

### *The Overview of Methane Emission Efficiency on Dairy Cow Milk Production in Semarang Regency*

Ari Prima<sup>1\*</sup>, Vita Restitrisnani<sup>1</sup>, Amalia Puji Rahayu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, Kampus Tembalang, Semarang 50275

<sup>2</sup>Dinas Pertanian, Perikanan dan Pangan Kabupaten Semarang  
Jl. Letjend Suprpto No. 9B, Ungaran 50514

\*Email korespondensi: ari.prima56@gmail.com

(Diterima 08-02-2021; disetujui 28-07-2021)

#### ABSTRAK

Peningkatan populasi sapi perah merupakan upaya untuk meningkatkan produksi susu, namun di sisi lain peningkatan populasi meningkatkan emisi metana. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana gambaran efisiensi emisi metana terhadap produksi susu sapi perah di Kabupaten Semarang berdasarkan data populasi dan produksi susu. Emisi metana dihitung menggunakan metode tier 1. Data populasi sapi perah laktasi dan data produksi susu tahun 2015-2020 digunakan untuk menghitung efisiensi emisi metana terhadap produksi. Populasi sapi perah induk laktasi dari tahun 2015-2017 mengalami penurunan sebanyak 452 ekor (4,8%) dibandingkan tahun 2015. Namun, pada tahun 2018-2019 meningkat sebanyak 872 (9,8%) dibandingkan tahun 2017. Emisi metana dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak tahun mengalami penurunan pada tahun 2015-2017 namun, kembali meningkat pada tahun 2018-2020. Emisi metana tertinggi pada tahun 2019 dan tahun 2020 sedangkan yang terendah pada tahun 2017. Rata-rata emisi metana fermentasi enterik tahun 2015-2020 yaitu 9,9 CO<sub>2</sub>-e Gg/tahun sedangkan rata-rata emisi metana pengelolaan kotoran ternak 5,0 CO<sub>2</sub>-e Gg/tahun. Efisiensi emisi terhadap produksi dari tahun 2015-2020 rata-rata 5,6<sup>-7</sup>. Efisiensi emisi terhadap produksi paling baik yaitu pada tahun 2017 yaitu sebesar 5,4<sup>-7</sup>, sedangkan yang paling buruk yaitu pada tahun 2016 yaitu sebesar 5,8<sup>-7</sup>. Dapat disimpulkan bahwa, peningkatan populasi perlu diikuti dengan peningkatan produksi susu supaya emisi yang dihasilkan semakin sedikit untuk memproduksi susu per satuan unitnya. Tahun 2017 merupakan gambaran efisiensi produksi per emisi yang paling baik di Kabupaten Semarang yaitu terjadi peningkatan efisiensi sebesar 6,9%.

**Kata kunci:** efisiensi, emisi metana, produksi susu, sapi perah

#### ABSTRACT

The increase in the population of dairy cows is in an effort to increase milk production, but on the other hand, the increase in population increases methane emissions. This study aims to evaluate the overview of the efficiency of methane emissions on milk production of dairy cows in Semarang Regency based on population and milk production data. Methane emissions were calculated using the Tier 1 method. Data on the population of lactating dairy cows and data on milk production for 2015-2020 were used to calculate the efficiency of methane emissions on production. The population of lactating dairy cows from 2015-2017 decreased by 452 heads (4.8%) compared to 2015. However, in 2018-2019 it increased by 872 (9.8%) compared to 2017. Methane emissions from enteric fermentation and management of manure decreased in 2015-2017 but increased again in 2018-2020. The highest methane emission was in 2019 and 2020 while the lowest was in 2017. The average enteric fermentation methane emission in 2015-2020 was 9.9 CO<sub>2</sub>-e Gg/year while the average methane emission from manure management was 5.0 CO<sub>2</sub>-e Gg/year. The efficiency of emissions to production from 2015-2020 on average 5.6-7. The best emission efficiency towards production is in 2017 which is 5.4<sup>-7</sup>, while the worst is in 2016 which is 5.8<sup>-7</sup>. It can be concluded that an increase in population needs to be followed by an increase in milk production so that fewer emissions are produced to produce milk per unit. The year 2017 is the best overview of production efficiency per emission in Semarang Regency, which is an increase in efficiency of 6.9%.

**Keywords:** efficiency, methane emissions, milk production, dairy cows



JITRO (Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis) is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

## PENDAHULUAN

Perubahan iklim seperti curah hujan yang tinggi dan musim kemarau yang panjang yang terjadi pada saat ini disebabkan oleh pemanasan global yang berasal dari emisi gas rumah kaca (GRK). Sektor peternakan menyumbang 14,5% dari total emisi gas rumah kaca yang berasal dari karbon dioksida, nitrogen oksida dan gas metana, sedangkan sapi perah menyumbang 30% emisi dari total emisi yang berasal dari sektor peternakan (Gerber *et al.*, 2013). Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan untuk proses pengadaan dan pengolahan pakan serta alih fungsi penggunaan lahan (*deforestasi*), emisi nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) berasal dari pengelolaan kotoran dan penggunaan pupuk untuk tanaman pakan, sedangkan emisi metana (CH<sub>4</sub>) berasal dari kotoran ternak dan fermentasi enterik pada ternak ruminasia (De Vries dan De Boer, 2010). Emisi dari CH<sub>4</sub> merupakan emisi GRK yang paling besar yaitu 44%, diikuti dengan emisi N<sub>2</sub>O sebesar 29% dan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 27% (Gerber *et al.* 2013). Menurut FAO (2013) diperkirakan pada tahun 2050 jumlah populasi manusia akan mencapai 9,1 miliar jiwa, hal tersebut tentu juga akan memacu peningkatan industri peternakan dan berdampak terhadap emisi GRK.

Di negara berkembang seperti Indonesia peningkatan sektor usaha peternakan terus ditingkatkan setiap tahunnya, salah satunya pada usaha sapi perah. Peningkatan usaha tersebut salah satunya melalui program “Sapi dan Kerbau Komoditas Andalan Negri (Sikomandan)” yang dibuat oleh Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan sebagai upaya peningkatan populasi sapi perah di Indonesia, harapannya dengan meningkatnya populasi maka produksi susu semakin meningkat sehingga mampu menyuplai kebutuhan susu di dalam negeri (Ditjen PKH, 2020). Upaya yang dilakukan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan susu di dalam negeri perlu diapresiasi. Akan tetapi, kebijakan tersebut perlu dikaji lebih lanjut, karena dengan peningkatan populasi sapi perah akan berdampak terhadap emisi GRK, salah satunya emisi metana.

Informasi tentang emisi dari sektor peternakan dan sapi perah sudah banyak dilaporkan diantaranya Nurhayati dan Widiawati, (2017); Aldrian *et al.* (2019) ; Hervani dan Ariani, (2019). Namun, informasi tersebut baru hanya sekedar melaporkan emisi yang dihitung dengan metode tier 1 dan 2, sedangkan efisiensi emisi terhadap produksi belum dikaji lebih lanjut. Menghitung unit hasil produksi ternak (susu dan daging) per emisi

GRK yang dihasilkan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengevaluasi upaya-upaya mitigasi GRK (Middelhaar, 2014; O'Brien *et al.*, 2015; Prima *et al.*, 2019; Ku-Vera *et al.*, 2020). Dari kajian tersebut akan terlihat apakah dengan peningkatan populasi akan berdampak positif terhadap produksi susu dan bagaimana dampaknya terhadap emisi metana. Kabupaten Semarang dipilih sebagai wilayah yang dijadikan untuk kajian tersebut karena memiliki populasi sapi perah yang cukup besar yaitu terbesar kedua di Jawa Tengah. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana efisiensi emisi terhadap produksi susu sapi perah di Kabupaten Semarang berdasarkan data populasi dan produksi susu beberapa tahun terakhir. Harapannya dengan adanya kajian evaluasi tersebut akan memberikan gambaran tentang efisiensi gas metana emisi terhadap produksi susu sapi perah di Kabupaten Semarang.

## MATERI DAN METODE

### Pengumpulan data

Data primer yang ada pada penelitian ini merupakan data populasi induk sapi perah yang laktasi dan data produksi susu dari tahun 2015 sampai dengan 2020 yang di dapatkan dari Dinas Pertanian, Perikanan dan Pangan Kabupaten Semarang. Data sekunder yaitu data emisi gas metana dan efisiensi produksi terhadap emisi yang didapatkan dengan cara perhitungan mengacu kepada literatur yang bersumber dari buku dan jurnal.

### Perhitungan emisi metana (CH<sub>4</sub>)

Emisi metana dihitung berdasarkan petunjuk yang ada pada IPCC (2006) dengan menggunakan metode tier 1. Adapun perhitungan dengan menggunakan dengan metode tier 1 karena data seperti konsumsi nutrisi dan ekskresi nutrisi yang spesifik terkait emisi pada peternakan sapi perah rakyat di Kabupaten Semarang belum tersedia. Metode tier 1 merupakan metode perhitungan sederhana yang menggunakan persamaan dan nilai parameter standar untuk perhitungan dan asumsi. Data yang digunakan pada tier 1 biasanya berupa data kasar dan umum serta telah tersedia secara global seperti, data populasi ternak, pemakaian pupuk, statistik pertanian, dan lain-lain.

Langkah-langkah perhitungan emisi metana dengan Tier 1 menurut IPCC (2006) adalah sebagai berikut. Pertama menghitung jumlah populasi ternak (animal unit) dari perkalian jumlah populasi dengan faktor koreksi yang ditetapkan untuk jenis ternak. Menurut KLH (2012) faktor

koreksi untuk sapi perah adalah 0,75. Rumus perhitungan untuk menghitung animal unit adalah sebagai berikut :

$$N(T) \text{ in Animal Unit} = N(X) * k(T) \dots\dots 1)$$

Keterangan: N(T) = Jumlah ternak dalam Animal Unit;  
N(X) = Jumlah populasi ternak dalam ekor;  
k(T) = Faktor koreksi; T = Jenis/kategori ternak (sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau)

Kedua menentukan faktor emisi dari jenis ternak. Menurut IPCC (2006) nilai faktor untuk emisi metana enterik fermentasi untuk sapi perah adalah 61 sedangkan faktor emisi untuk pengelolaan kotoran sapi perah adalah 31. Ketiga menghitung emisi metana dari enterik fermentasi dan emisi metana dari pengelolaan kotoran. Rumus perhitungan untuk emisi metana enterik fermentasi sebagai berikut:

$$CH_{4Enteric} = EF(T) * N(T) * 10^{-6} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: CH<sub>4Enteric</sub>: Emisi gas metana dari fermentasi enterik, Gg CH<sub>4</sub>/tahun; EF(T): Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH<sub>4</sub>ekor/tahun (61); N(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, Animal Unit; T = Jenis/kategori ternak

Rumus perhitungan emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak sebagai berikut :

$$CH_{4Manure} = EF(T) * N(T) * 10^{-6} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: CH<sub>4Manure</sub> = Emisi gas metana dari pengelolaan kotoran ternak, Gg CH<sub>4</sub>/tahun; EF(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH<sub>4</sub> ekor/tahun (31); N(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, Animal Unit; T = Jenis/kategori ternak

Satuan yang dipakai untuk menyatakan beban emisi adalah Gg CH<sub>4</sub> per tahun yang selanjutnya akan dikonversi ke dalam bentuk Gg CO<sub>2</sub> ekuivalen dengan memakai nilai *Global Warming Potential* untuk gas metana atau CH<sub>4</sub> sebesar 23.

### Perhitungan Efisiensi Produksi Terhadap Emisi dan Analisis Data

Perhitungan efisiensi produksi terhadap emisi mengacu kepada Menezes *et al.* (2016) dan Prima *et al.*, (2019). Total emisi metana (Gg CO<sub>2</sub>.) dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak selama setahun dibagi dengan produksi susu (liter) selama setahun. Data populasi, produksi susu, total emisi metana, emisi metana dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran serta

efisiensi emisi terhadap produksi dianalisis menggunakan analisis deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Populasi sapi perah dan produksi susu di Kabupaten Semarang

Perhitungan emisi metana dengan metode tier 1 sangat bergantung pada jumlah populasi ternak pada suatu wilayah, maka dari itu penting untuk membahas jumlah populasi sapi perah di Kabupaten Semarang. Populasi sapi perah induk yang laktasi dari tahun 2015 sampai dengan 2017 mengalami penurunan sebanyak 452 ekor atau menurun sebanyak 4,8 % dibandingkan tahun 2015. Namun, pada tahun 2018 sampai dengan 2019 sebanyak 872 atau meningkat 9,8% dibandingkan tahun 2017. Penurunan populasi tersebut terjadi karena : (i) terjadi peningkatan harga bibit, pakan ternak dan sarana produksi sehingga peternak mengurangi jumlah kepemilikan ternak untuk mengurangi beban biaya operasional, (ii) manajemen usaha yang kurang baik, sehingga peternak terpaksa menjual ternaknya untuk pembayaran pinjaman yang telah jatuh tempo untuk pelunasan kredit perbankan (KKPE dan KUPS), (iii) ada peternak besar yang beralih komoditas pemeliharaan ternaknya. Mulai tahun 2018, populasi mengalami kenaikan kembali karena keberhasilan dari program UPSUS SIWAB (Upaya Khusus Sapi/Kerbau Indukan Wajib Bunting) dan penanganan gangguan reproduksi.

Produksi susu dari sapi perah pada peternakan rakyat di Kabupaten Semarang pada tahun 2015 sampai dengan 2016 mengalami penurunan sebanyak 577.643 liter atau sebesar 2,2% dibandingkan dengan tahun 2015. Namun, pada tahun 2017 mengalami peningkatan sebanyak 714.264 liter atau sebesar 2,8% dibandingkan 2016. Peningkatan terus terjadi sampai dengan 2019, dimana pada tahun 2019 peningkatan terjadi sebanyak 1.972.222 liter atau sebesar 7.6% dibandingkan 2017. Apabila dihitung rata-rata produksi susu harian, maka produktivitas tertinggi terdapat pada tahun 2017 (9,59 L/ekor/hari) dibandingkan tahun-tahun lainnya (8,97–9,40 L/ekor/hari). Hal ini karena pada akhir tahun 2016 terdapat kegiatan Penguatan Pembibitan Sapi Perah dari sumber dana APBN, sehingga hasil peningkatan produktivitasnya tampak pada tahun 2017, serta adanya kegiatan penguatan pakan sapi perah.

Tabel 1. Populasi dan produksi susu sapi perah di peternakan rakyat di Kabupaten Semarang tahun 2015-2020

Tahun	Parameter	
	Populasi (ekor)	Produksi Susu (liter)
2015	9.362	25.920.458
2016	9.259	25.342.815
2017	8.910	26.057.079
2018	9.459	26.186.132
2019	9.782	28.029.301
2020	9.785	28.047.872
Rata-rata	9.426	26.597.276
Standar deviasi	333,15	1.153.042

Sumber : Dinas Pertanian, Perikanan, dan Pangan Kabupaten Semarang (2021)

### Emisi metana di peternakan sapi perah rakyat di Kabupaten Semarang

Berdasarkan perhitungan emisi dengan metode Tier 1, emisi metana yang bersumber dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak pada peternakan sapi perah rakyat di Kabupaten Semarang dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017 terus mengalami penurunan namun, kembali meningkat pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2020 (Tabel 2). Berdasarkan data 6 tahun terakhir diketahui untuk emisi metana tertinggi yaitu pada tahun 2019 dan tahun 2020 sedangkan yang terendah pada tahun 2017. Emisi metana yang berasal dari fermentasi enterik lebih besar dibandingkan dengan emisi metana yang berasal dari pengelolaan kotoran ternak. Rata-rata emisi metana yang berasal dari fermentasi enterik dari tahun 2015-2020 yaitu sebesar 9,9 CO<sub>2-e</sub> Gg/tahun sedangkan rata-rata emisi metana yang berasal dari pengelolaan kotoran ternak sebesar 5,0 CO<sub>2-e</sub> Gg/tahun.

Emisi metana yang menurun dari tahun 2015 sampai dengan 2017 disebabkan karena adanya penurunan populasi dari sapi perah. Perhitungan emisi metana dengan menggunakan metode tier 1 sangat tergantung pada populasi ternak, semakin banyak populasi ternak maka, semakin banyak emisi yang dihasilkan (Nurhayati and Widiawati, 2017; Hervani and Ariani, 2019). Emisi metana dari fermentasi enterik lebih besar dibandingkan dengan emisi dari pengelolaan kotoran karena faktor emisi untuk menghitung emisi metana dari fermentasi enteri lebih besar. Besarnya nilai faktor emisi untuk fermentasi enterik karena sapi perah

merupakan ternak ruminansia, dimana terdapat proses pencernaan fermentatif yang berlangsung di dalam rumen. Proses pencernaan nutrisi pakan di dalam rumen berlangsung secara anaerob dan terdapat mikroorganisme yang membantu untuk memecah nutrisi pakan yang kompleks menjadi lebih sederhana, dari proses tersebut energi yang tidak dapat dimanfaatkan akan terbentuk menjadi gas metana (Morgavi *et al.*, 2010; Patra and Lalhriatpuii, 2016; Cabezas-Garcia *et al.*, 2017). Pakan merupakan salah satu faktor penting yang menjadi penentu banyaknya emisi metana yang dihasilkan oleh ternak. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan yaitu melalui perbaikan manajemen pakan seperti pemberian suplemen berupa nitrat dan ionopros, menyeimbangkan nutrisi pakan sesuai dengan kebutuhan ternak, meningkatkan kualitas hijauan serta mengurangi bahan organik pakan yang memiliki fermentabilitas tinggi (Gerber *et al.* 2013). Sedangkan emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dapat diturunkan melalui penggunaan kotoran untuk dijadikan biogas yang disimpan di dalam digester dan diolah menjadi kompos (Cárdenas *et al.*, 2021; Maldaner *et al.*, 2018).

Tahun 2015 di Jawa Tengah, Nurhayati and Widiawati, (2017) melaporkan bahwa emisi metana dari fermentasi enterik pada sapi perah yaitu 158,03 CO<sub>2-e</sub> Gg/tahun dan emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak sebesar 80,31 CO<sub>2-e</sub> Gg/tahun, dilihat dari data yang dilaporkan tersebut maka data emisi metana dari induk sapi perah yang laktasi yang di Kabupaten Semarang pada tahun 2015 berkontribusi sebesar 6,2% terhadap emisi metana dari sapi perah di Jawa Tengah.

Tabel 2. *Animal unit*, emisi metana dan efisiensi emisi terhadap produksi sapi perah di peternakan rakyat di Kabupaten Semarang tahun 2015-2019

Tahun	<sup>1</sup> <i>Animal Unit</i>	Emisi Metana Fermentasi Enterik (CO <sub>2</sub> -e Gg/tahun)	Parameter Emisi Metana Pengelolaan Kotoran Ternak (CO <sub>2</sub> -e Gg/tahun)	<sup>2</sup> Emisi Total (CO <sub>2</sub> -e Gg/tahun)	<sup>3</sup> Efisiensi Emisi Terhadap Produksi Susu
2015	7.022	9,9	5,0	14,9	5,7 <sup>-7</sup>
2016	6.944	9,7	5,0	14,7	5,8 <sup>-7</sup>
2017	6.683	9,4	4,8	14,2	5,4 <sup>-7</sup>
2018	7.094	9,9	5,1	15,0	5,7 <sup>-7</sup>
2019	7.337	10,3	5,2	15,5	5,5 <sup>-7</sup>
2020	7.339	10,3	5,2	15,5	5,5 <sup>-7</sup>
Rata-rata	7.015	9,9	5,0	15,0	5,6 <sup>-7</sup>
Standar deviasi	237,3	0,3	0,2	0,5	1,6 <sup>-12</sup>

<sup>1</sup> = populasi sapi perah × 0,75<sup>2</sup> = emisi metana fermentasi enterik + emisi metana pengelolaan kotoran ternak<sup>3</sup> = emisi total (CO<sub>2</sub>-e Gg/tahun) / produksi susu (liter)

### Efisiensi emisi terhadap produksi susu pada peternakan sapi perah rakyat di Kabupaten Semarang

Berdasarkan hasil perhitungan emisi metana total per produksi diketahui bahwa efisiensi emisi terhadap produksi pada sapi perah peternakan rakyat di Kabupaten Semarang dari tahun 2015-2020 rata-rata 5,6<sup>-7</sup>. Efisiensi emisi terhadap produksi didapatkan dari emisi metana yang dihasilkan pada kurun waktu satu tahun dibagi dengan produksi susu selama satu tahun. Berdasarkan hal tersebut efisiensi emisi terhadap produksi paling baik yaitu pada tahun 2017 karena untuk memproduksi susu per satuan unit emisi yang dihasilkan sebesar 5,4<sup>-7</sup>, sedangkan yang paling buruk yaitu pada tahun 2016 karena untuk memproduksi susu per satuan unit emisi yang dihasilkan sebesar 5,8<sup>-7</sup> atau efisiensi meningkat sebesar 6,9%.

Efisiensi yang baik pada tahun 2017 tersebut disebabkan karena, walaupun populasi sapi induk pada tahun 2017 lebih sedikit dibandingkan tahun 2015 dan 2016 akan tetapi produksi susu tahun 2017 lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2015 dan 2016. Efisiensi pada tahun 2017 juga lebih baik dibandingkan dengan tahun 2018 dan 2019 karena, walaupun ada peningkatan populasi sapi induk sebesar 9,8% pada tahun 2019 akan tetapi produksi susu hanya meningkat 7,6%. Peningkatan unit produksi (susu dan daging) per ekor ternak merupakan salah satu upaya yang dapat dioptimalkan untuk menurunkan emisi GRK yang berasal dari ternak ruminansia

(Middelhaar, 2014; O'Brien *et al.*, 2015; Prima *et al.*, 2019; Ku-Vera *et al.*, 2020) Melihat kondisi tersebut, maka untuk saat sekarang ini dalam meningkatkan produk pangan asal peternakan tidak hanya fokus pada penambahan populasi, akan tetapi perlu juga memastikan bahwa dengan menambah populasi juga akan berdampak besar terhadap produk yang dihasilkan sehingga efisiensi emisi terhadap emisi semakin menurun. Pentingnya mengukur efisiensi emisi terhadap produksi pada ternak ruminansia karena

Langkah dan upaya yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan produksi susu dalam negeri dengan meningkatkan populasi sapi perah perlu diapresiasi, akan tetapi dalam implementasinya pada saat populasi sudah meningkat penting untuk memastikan produksi per unit ternak juga meningkat sehingga efisiensi emisi terhadap per unit produk yang dihasilkan menjadi rendah atau lebih efisien. Sebagai bukti kita dapat melihat dari yang dilaporkan oleh Dhia *et al.* (2015) bahwa populasi sapi potong di Australia 7 kali lebih besar dibandingkan dengan populasi sapi potong di Jepang, akan tetapi emisi nitrogen yang dihasilkan sapi potong di Jepang 6 kali lebih besar dibandingkan dengan emisi yang dihasilkan sapi di Australia, diduga hal tersebut karena pakan yang diberikan untuk sapi potong di Australia lebih baik dibandingkan dengan yang di Jepang sehingga produktivitas yang dihasilkan juga lebih tinggi. Maka dari itu, manajemen pakan untuk mengoptimalkan produktivitas juga perlu menjadi perhatian lebih lanjut untuk mengoptimalkan produktivitas ternak.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dapat disimpulkan bahwa, peningkatan populasi perlu diikuti dengan peningkatan produksi susu supaya emisi yang dihasilkan semakin sedikit untuk memproduksi susu per satuan unitnya. Tahun 2017 merupakan gambaran efisiensi produksi per emisi yang paling baik di Kabupaten Semarang yaitu terjadi peningkatan efisiensi sebesar 6,9%.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dengan hubungan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pertanian, Perikanan dan Pangan Kabupaten Semarang karena telah memberikan akses untuk memperoleh data yang dapat dijadikan sebagai kajian pada tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian. E., S. Puspowardoyo, & B. Haryanto. 2019. Emisi Gas Rumah Kaca dari Peternakan di Indonesia dengan Metode TIER 2 IPCC. LIPI Press. Jakarta.
- Cabezas-Garcia, E. H., S.J. Krizsan, K.J. Shingfield, & P. Huhtanen. 2017. Between-cow variation in digestion and rumen fermentation variables associated with methane production. *Journal of Dairy Science* 100(6):4409-4424. DOI: 10.3168/jds.2016-12206.
- Cárdenas, A., C. Ammon, B. Schumacher, W. Stinner, C. Herrmann, M. Schneider, S. Weinrich, P. Fischer, T. Amon, & B. Amon. 2021. Methane emissions from the storage of liquid dairy manure: influences of season, temperature and storage duration. *Waste Management* 121:393-402. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.12.026.
- De Vries, M. & I.J.M. De Boer. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livestock Science* 128(1-3):1-11. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.11.007.
- Dhia. K.S., A. Purnomoadi. M. Umar, & G. Mahesti. 2015. Potensi cemaran nitrogen ke udara dari feses sapi potong di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2015. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 8-9 Oktober 2015. Hlm: 306-311.
- [Ditjen PKH] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2020. Sikomandan, Jurus Jitu Pemerintah Untuk Tingkatkan Populasi Sapi Perah. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/sikomandan-jurus-jitu-pemerintah-untuk-tingkatkan-populasi-sapi-perah> [24 Februari 2021].
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2013. The State of Food Insecurity in the World 2013. The multiple dimensions of food security. FAO. Rome.
- Gerber, P.J., A.N. Hristov, B. Henderson, H. Makkar, J. Oh, C. Lee, R. Meinen, F. Montes, T. Ott, J. Firkins, A. Rotz, C. Dell, A. T. Adesogan, W. Z. Yang, J. M. Tricarico, E. Kebreab, G. Waghorn, J. Dijkstra, & S. Oosting. 2013. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal : An International Journal of Animal Bioscience* 7 Suppl 2:220-234. DOI: 10.1017/S1751731113000876.
- Hervani, A. & M. Ariani. 2019. Emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak di Yogyakarta – inventarisasi. *Jurnal Peternakan Indonesia* (3):319-326. DOI: 10.25077/jpi.21.3.319-326.2019.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - A primer. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (eds). IGES, Japan.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku II Volume 3. Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Dan Penyerapan Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya. Kementerian Lingkungan Hidup Press. Jakarta
- Ku-Vera, J.C., O.A. Castelán-Ortega, F.A. Galindo-Maldonado, J. Arango, N. Chirinda, R. Jiménez-Ocampo, S. S. Valencia-Salazar, E. J. Flores-Santiago, M.D. Montoya-Flores, I. C. Molina-Botero, A. T. Piñeiro-Vázquez, J. I. Arceo-Castillo, C. F. Aguilar-Pérez, L. Ramírez-Avilés, & F.J. Solorio-Sánchez. 2020. Review:

- strategies for enteric methane mitigation in cattle fed tropical forages. *Animal* 453-463. DOI: 10.1017/S1751731120001780.
- Maldaner, L., C. Wagner-Riddle, A.C. Van der Zaag, R. Gordon, & C. Duke. 2018. Methane emissions from storage of digestate at a dairy manure biogas facility. *Agricultural and Forest Meteorology* 258:96107. DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.12.184.
- Menezes, A.C.B., S.C. Valadares Filho, L.F. Costa Silva, M.V.C. Pacheco, J.M.V. Pereira, P.P. Rotta, D. Zanetti, E. Detmann, F.A.S. Silva, L.A. Godoi, & L.N. Rennó. 2016. Agriculture, ecosystems and environment does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing nellore bulls?. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 223:239-49. DOI: 10.1016/j.agee.2016.03.015.
- Middelhaar. C.V. 2014. Milk Production & Greenhouse Gases. Integrated modeling of feeding and breeding strategies to reduce emissions. Wageningen University. Wageningen.
- Morgavi, D.P., E. Forano, C. Martin, & C.J. Newbold. 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal* 4(7):1024-36. DOI: 10.1017/S1751731110000546.
- Nurhayati, I., & Y. Widiawati. 2017. Emisi gas rumah kaca dari peternakan di pulau jawa yang dihitung dengan metode Tier-1 IPCC. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner: Mendukung Diversifikasi Sumber Protein Asal Ternak. Bogor, 8-9 agustus 2017. IAARD Press. Jakarta. Hlm: 292–300.
- O'Brien, D., T. Hennessy, B. Moran, & L. Shalloo. 2015. Relating the Carbon footprint of milk from irish dairy farms to economic performance. *Journal of Dairy Science* 98(10):7394-7407. DOI: 10.3168/jds.2014-9222.
- Patra, A.K, & M. Lalhriatpuii. 2016. Agriculture , Ecosystems and environment development of statistical models for prediction of enteric methane emission from goats using nutrient composition and intake variables. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 215: 89-99. DOI: 10.1016/j.agee.2015.09.018.
- Prima, A., E. Purbowati, E. Rianto, & Agung Purnomoadi. 2019. The effect of dietary protein levels on body weight gain, carcass production, nitrogen emission, and efficiency of productions related to emissions in thin-tailed lambs. *Veterinary World* 12:72-78. DOI: 10.14202/vetworld. 2019.72-78.